

(51) Int. Cl. ¹	識別記号	P I	チ-72-1* (参考)
B 6 4 C 13/00		B 6 4 C 13/00	B
G 0 5 D 3/00		G 0 5 D 3/00	X

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 38 頁)

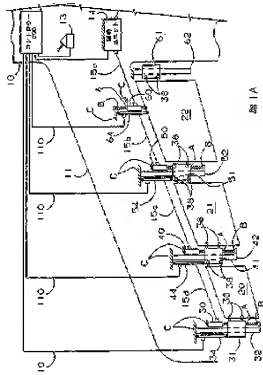
(21) 出願番号 特願平10-504165
 (86) (22) 出願日 平成9年6月18日 (1997.6.18)
 (85) 優先出願提出日 平成10年12月28日 (1998.12.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US 97/10410
 (87) 国際公開番号 WO 98/00334
 (87) 国際公開日 平成10年1月8日 (1998.1.8)
 (31) 優先権主張番号 08/673, 389
 (32) 優先日 平成8年6月28日 (1996.6.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), CA, JP

(71) 出願人 サンドストランド・コーポレーション
 アメリカ合衆国、イリノイ州、ロックフォード、ビー・オー・ボックス 7003、ハリソン・アベニュー 4949
 (72) 発明者 リードマン、ジョン
 アメリカ合衆国、イリノイ州、ロックフォード、マートル・レーン 6157
 (72) 発明者 ローベル、ジェームズ・ジェイ
 アメリカ合衆国、イリノイ州、ロックフォード、アンガス・コート 3509
 (72) 発明者 マイヤー、ティモシー・エム
 アメリカ合衆国、イリノイ州、ロックフォード、ヘッジクリフ・ドライブ 2987
 (74) 代理人 弁理士 曾我 滋郎 (外6名)

(54) 【発明の名称】 ドーマント・アクチュエータ故障を検出する方法および装置

(57) 【要約】

本発明の作動システムは、絶対走行誤りとは異なり、比較的短いストロークにわたる比較的小さなデルタ・エラーを検知することに基づく。本発明による作動システムは、構造 (C) と構造に対して移動される要素 (20、21、22、23、24、25) とに取り付けられ、構造に対する走行限界 (AおよびB) の間の走行経路に沿って要素を移動させ、アクチュエータが走行経路上の基準位置に対して一定距離よりも長い距離にわたって移動するモードを有する、アクチュエータ (30、40、50、60、70、80、90、100) と、走行経路に沿った要素の位置を表す出力信号を生成するために構造および要素入力結合され、一定距離よりも大きな、走行経路に沿った位置分解能エラーを有する、位置トランスジューサ (34、44、54、65、74、84、94、104) と、要素が走行経路に沿ってかつ各サンプルにตอบสนองして移動する間に周期的に複数回にわたって出力信号をサンプリングし、障害モードが生じたかどうかを示す信号を生成するために出力信号に結合されたプロセッサ (200) とを含む、周期的なサンプルのサン



【特許請求の範囲】

1. 作動システムであって、

構造と、構造に対して移動される要素とに取り付けられ、構造に対する走行限界同士の間、の走行経路に沿って要素を移動させ、アクチュエータが走行経路上の基準位置に対して一定距離よりも長い距離にわたって移動する故障モードを有する、アクチュエータと、

走行経路に沿った要素の位置を表わす出力信号を生成するために構造および要素に結合され、一定距離よりも大きな、走行経路に沿った位置分解能誤りを有する、位置トランスジューサと、

要素が走行経路に沿ってかつサンプルに応答して移動する間に周期的に複数回にわたって出力信号をサンプリングし、故障モードが生じたかどうかを示す信号を生成するために出力信号に結合されたプロセッサとを備え、

周期的サンプルのサンプリング率として、アクチュエータが各連続サンプルの間に走行した距離に位置分解能誤りを掛けた値が一定距離よりも小さくなる率が選択されることを特徴とする作動システム。

2. 構造が翼または機体であり、

要素が翼パネルであり、

位置トランスジューサが線形可変変位トランスジューサであることを特徴とする請求項1に記載の作動システム。

3. プロセッサが各サンプルの大きさを他の信号と比較し、故障モードが生じたかどうかを示す信号を生成することを特徴とする請求項1に記載の作動システム。

4. 他の信号が前のサンプルの大きさであり、比較が、各サンプルと前のサンプルとの間の差信号を算出することを含み、算出された差信号がしきい値を超えると故障モードが生じたことが示されることを特徴とする請求項3に記載の作動システム。

5. しきい値が変数であり、かつ要素の位置と、位置トランスジューサの要素に対する伸長との関数であることを特徴とする請求項4に記載の作動システム。

6. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項1に記載の作動システム。

7. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項2に記載の作動システム。

8. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項3に記載の作動システム。

9. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項4に記載の作動システム。

10. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有

することを特徴とする請求項5に記載の作動システム。

11. さらに、

構造と、構造に対して移動される要素とに取り付けられ、やはり、構造に対する走行限界同士の間、の走行経路に沿って要素を移動させ、要素が走行限界同士の間、の走行経路に沿って移動する間にアクチュエータが走行経路上の基準位置に対して一定距離よりも長い距離にわたって移動する故障モードを有する、他のアクチュエータと、

走行経路に沿った要素の位置を表わす出力信号を生成するために構造と要素とに結合され、やはり、一定距離よりも大きな、走行経路に沿った分解能エラーを有する、他の位置トランスジューサとを備え、

他の信号が他の位置トランスジューサからのサンプルの大きさであり、比較が、位置トランスジューサからの各サンプルの間、の差信号を算出することを含み、

算出された差信号がしきい値を超えると、故障モードが生じたことが示されることを特徴とする作動システム。

12. しきい値変数であり、かつ要素の位置と、位置トランスジューサの要素に対する伸長との関数であることを特徴とする請求項11に記載の作動システム。

13. 構造が翼または機体であり、

要素が翼パネルであり、

位置トランスジューサが線形可変変位トランスジューサであることを特徴とする請求項12に記載の作動システム。

14. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項11に記載の作動システム。

15. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィル

タが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項12に記載の作動システム。

16. さらに、

帯域フィルタを備え、

位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項13に記載の作動システム。

17. さらに、

プロセッサが、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後にのみ故障モードが生じたことを示す信号を生成することを特徴とする請求項4に記載の作動システム。

18. さらに、

プロセッサが、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後にのみ故障モードが生じたことを示す信号を生成することを特徴とする請求項5に記載の作動システム。

19. さらに、

プロセッサが、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後にのみ故障モードが生じたことを示す信号を生成することを特徴とする請求項9に記載の作動システム。

20. さらに、

プロセッサが、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後にのみ故障モードが生じたことを示す信号を生成することを特徴とする請求項10に記載の作動システム。

21. さらに、

プロセッサが、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後にのみ

故障モードが生じたことを示す信号を生成することを特徴とする請求項14に記載の作動システム。

22. さらに、

プロセッサが、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後にのみ故障モードが生じたことを示す信号を生成することを特徴とする請求項15に記載の作動システム。

23. さらに、

プロセッサが、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後にのみ故障モードが生じたことを示す信号を生成することを特徴とする請求項16に記載の作動システム。

24. アクチュエータが各サンプルの間に走行した距離に位置分解能エラーを掛けた値が一定距離の1%未満であることを特徴とする請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

25. アクチュエータが各サンプルの間に走行した距離に位置分解能エラーを掛けた値が一定距離の0.002%未満であることを特徴とする請求項1に記載のアクチュエータ・システム。

26. さらに、

構造が第1の翼である、アクチュエータに回転力を加える第1の駆動線と、
第2の翼と第2の駆動線と、
第2の駆動線によって駆動される第2の翼と、第2の翼に対して移動される他の要素とに取り付けられ、第2の翼に対する走行限界同士の間を走行経路に沿って要素を移動させ、他の要素が走行限界同士の間を走行経路に沿って移動する間に他のアクチュエータが走行経路上の基準位置に対して一定距離よりも長い距離にわたって移動する故障モードを有する、他のアクチュエータと、

走行経路に沿った他の要素の位置を表わす出力信号を生成するために第2の翼と他の要素とに結合され、やはり、一定距離よりも大きな、走行経路に沿った分解能エラーを有する、他の位置トランスジューサとを備え、

他の信号が他の位置トランスジューサからのサンプルの大きさであり、比較が

、位置トランスジューサからの各サンプルの間の差信号を算出することを含み、算出された差信号がしきい値を超え、一方の駆動軸のある状態を表わすと、故障モードが生じたことが示されることを特徴とする請求項3に記載の作動システム。

27. しきい値変数であり、かつ要素の位置と、位置トランスジューサの要素に対する伸長との関数であることを特徴とする請求項26に記載の作動システム。

28. さらに、帯域フィルタを備え、位置トランスジューサからの出力信号が帯域フィルタに結合され、帯域フィルタが、故障モードを表わす位置トランスジューサの出力信号の信号変動を通過させ、故障モードを表わさない信号変動を除去する帯域として選択された帯域を有することを特徴とする請求項26に記載の作動システム。

29. システムであって、第1の外側フラップを含む第1の翼と、走行限界同士の間を走行経路に沿って第1の外側フラップを駆動するために第1の外側フラップに結合され、第1の駆動線が走行経路上の基準位置に対して一定距離よりも長い距離にわたって移動する故障モードを有する、第1の駆動線と、

第2の外側フラップを含む第2の翼と、走行限界同士の間を走行経路に沿って第2の外側フラップを駆動するために第2の外側フラップに結合され、第2の駆動線が走行経路上の基準位置に対して一定距離よりも長い距離にわたって移動する故障モードを有する、第2の駆動線と、

両方の位置トランスジューサが、走行経路の全長に沿った位置分解能エラーを有する、走行経路に沿った第1の外側フラップの位置を表わす出力信号を生成するために第1の翼および第1の外側フラップに結合された第1の位置トランスジューサと、走行経路に沿った第2の外側フラップの位置を表わす出力信号を生成

するために第2の翼および第2の外側フラップに結合された第2の位置トランスジューサと、

第1および第2の外側フラップが走行経路に沿って、かつ第1および第2の位置トランスジューサからのサンプルにตอบสนองして移動する間に第1および第2の位置トランスジューサから周期的に複数回にわたって出力信号をサンプリングし、第1の駆動線と第2の駆動線のどちらかのモードが生じたかどうかを示す信号を生成するために出力信号に結合され、出力信号の周期的サンプリングが、第1お

よび第2の駆動線が各連続サンプルの間に移動した距離にそれぞれの位置分解能エラーを掛けた値がそれぞれの一定距離よりも小さくなるような率として選択された率で行われる、プロセッサとを備えることを特徴とするシステム。

30. 第1の外側フラップを含む第1の翼と、

走行限界同士の間を走行経路に沿って第1の外側フラップを駆動するために第1の外側フラップに結合された第1の駆動線と、

第2の外側フラップを含む第2の翼と、

走行限界同士の間を走行経路に沿って第2の外側フラップを駆動するために第2の外側フラップに結合された第2の駆動線と、

両方の位置トランスジューサが、走行経路の全長に沿った位置分解能エラーを有する、走行経路に沿った第1の外側フラップの位置を表す出力信号を生成するために第1の翼および第1の外側フラップに結合された第1の位置トランスジューサと、走行経路に沿った第2の外側フラップの位置を表す出力信号を生成するために第2の翼および第2の外側フラップに結合された第2の位置トランスジューサと、

第1および第2の外側フラップが走行経路に沿って、かつ第1および第2の位置トランスジューサからのサンプルにตอบสนองして移動する間に第1および第2の位置トランスジューサから周期的に複数回にわたって出力信号をサンプリングし、第1の駆動線と第2の駆動線のどちらかのモードが生じたかどうかを示す信号を生成するために出力信号に結合されたプロセッサとを備え、

信号が、第1および第2の駆動線のうちの一の駆動線故障を示し、第1およ

び第2の位置トランスジューサの同時サンプルの間の差が算出され、この差がしきい値よりも大きいときに、駆動線故障が示されることを特徴とする請求項29に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】ドーマント・アクチュエータ故障を検出する方法および装置技術分野

本発明は、機械的アクチュエータの誤動作を測定する方法および装置に関し、詳細には、航空機飛行中機器監視装置に関する。

背景技術

航空機は通常、同時作動を可能にするために各翼上に並列に配置された複数のフラップを含む。フラップの各側面にはフラップ・アクチュエータが並列に配設される。また、重量および経費を節約すると共に、安全のための冗長な動作を加えるために、2つの隣接するフラップの間に単一のアクチュエータを配設し接続することができる。したがって、3つのアクチュエータが2つのフラップのために働くことも、4つのアクチュエータが3つのフラップのために働くこともでき、以下同様である。

これらのアクチュエータは、航空機の動作中に助成荷重および／または抵抗荷重に対抗してフラップを所望の位置へ移動させかつ所望の位置に保持するために使用される。たとえば、着陸時の下降のためにフラップを完全に広げると、フラップに大きな抵抗荷重が加わる。通常、フラップ・アクチュエータはすべて、フライト・デッキからの制御信号に応じて一斉に動作し、フラップを厳密に位置決めする。しかし、並列アクチュエータ・システムでは、1つのアクチュエータが動作不能になった場合に、そのフラップに接続された残りの隣接するアクチュエータは通常、十分にフラップの位置決めを継続することができ、したがって、飛行中に単一のアクチュエータの障害を検知するのは容易ではない。このように、欠陥のある単一のアクチュエータを「ドーマント」と呼ぶ。

しかし、第2の隣接するアクチュエータが故障を起こすと、フラップ制御の受け入れられない損失が生じることがある。たとえば、故障したアクチュエータを有するフラップが翼に荷重を受けた状態で移動し、同時に他の翼上のフラップが、フライト・デッキからの命令に応じて荷重に対抗して適切に移動した場合、航空機は致命的なロールを経験する恐れがある。飛行条件の下では、その自由移動が、

他の翼構成要素を破壊する恐れがある。したがって、単一のドーマント・アクチュエータの故障を早い時期に検出することが重要である。

従来、フラップ作動システムと共にLVDT（線形可変変位トランスジューサ）を取りつけることによってドーマント・フラップ・アクチュエータを検出することが提案されている。翼構造の構成要素とフラップとの間の相対運動がLVDTによって測定され、位置および／または移動の誤りを示す電子信号が与えられる。1つのそのようなシステムが現在、ボーイング777航空機で使用されている。動作時に、故障検出システムは、最終組立て後のゼロ・フラップ位置にある各LVDTの初期標置位置を判定し、次いでLVDTの出力を測定することによって飛行中のフラップの動作位置を判定する。そのLVDT出力信号が所定の受け入れられるパラメータの範囲外にある場合は故障信号が与えられる。そのような故障信号を受信したときには、フラップ作動システムを遮断して、たとえば、第2のアクチュエータ故障を回避することができ、また、フラップではなくスラットを広げることによって航空機を着陸させることもできる。

残念なことに、そのような絶対測定技法は通常、極めて精密で高価な機器を必要とする。単一アクチュエータ障害モードの場合のフラップ検出はわずかに、0.3インチに過ぎないこともある。通常のLVDTは、走行距離に比例する信号誤りを有する。しかし、典型的なLVDT誤りは、ヌル位置と動作位置との間のストロークが典型的な6.5インチである場合は±0.5%ないし1.0%になることがあるので、LVDT精度は±0.030インチないし0.060インチの範囲である。したがって、0.3インチのフラップ検出の故障モードは、可能な誤り範囲内で検出されない恐れがある。この難点を解消するために従来、このストロークにわたって±0.2%の誤りしか有さないより正確なLVDTを使用することが提案されている。しかし、そのようなLVDTは著しく高価である。

さらに、そのようなシステムは、通常のアクチュエータ・ドリフト、温度の変動、可変大気速度効果などのために定期的な調整による慎重な標置および校正を必要とする。さらに、ゲインが高いと、LVDT誤りのために起こる見掛け上の振れが増大するので、そのような従来のシステムは低フラップ・ゲインで最もうまく動く。LVDTゲインは通常、設置上の制約によって課されるので、ゲイン

を低くする必要がある場合、システムの感度が著しく複雑になる恐れがある。また、従来のシステムは、アクチュエータの故障以外の因子のために起こる外來故障信号の影響を受けることが判明している。

さらに、翼パネルを移動させる各アクチュエータに回転力を加える駆動線の動作状況を検査することが望ましい。現在、駆動線の動作を表わす信号を与えるために各駆動線の外側端部にRVD T（回転速度変位トランスジューサ）が取り付けられている。残念なことに、このシステムは、追加の機能を有さず、かつ機体のコストおよび重量を増加させるトランスジューサを使用する。

発明の開示

本発明は、アクチュエータの故障を検出する改良された方法および装置を提供する。本発明によるアクチュエータ・システムは、

1. 従来技術の作動システムよりも信頼でき、かつ従来技術の作動システムよりも廉価であり、
2. 外來動作条件の影響をそれほど受けず、かつ精度を失うことがなく、
3. 航空機上に容易に設置され、
4. 騒音の影響をそれほど受けず、
5. 騒音を必要とせずに長時間にわたってアクチュエータのドリフトおよび磨耗に対処し、
6. 個々のアクチュエータ誤動作および/またはアクチュエータ・システム誤動作に対処し、
7.
 - a. フラップ・システムの非対称性
 - b. 飛行荷重イベント、
 - c. 飛行中の翼応力および振れ

に関する追加の情報を提供することができる。

本発明による作動システムは、航空機の翼などの構造と、構造に対して移動されるフラップやキャリッジなどの要素とに取り付けられた少なくとも1つのアクチュエータを有する。このアクチュエータは、翼フラップの完全に格納された位

置や完全に動作可能な位置などの走行限界同士の間の走行経路に沿って要素を移動させる。このアクチュエータは、翼フラップを作動させるアクチュエータが命令されていないにもかかわらず、0.3インチだけ変位した場合のように、このアクチュエータ自体が基準位置に対して一定距離よりも長い距離にわたって移動したときに開始するモードを有する。このモードには、故障、検出、補正、位置決め、制動などを表わす動作を制限なしに含めることができる。本発明によるトランスジューサは、本発明の一実施形態ではLVDTであり、走行経路に沿った要素の位置を表わす出力信号を生成するために構造および要素に結合され、走行経路に沿った一定距離よりも大きな位置分解能誤りを有する。走行経路に沿った位置分解能誤りを、モードを表わす一定距離よりも小さくしなくてもモードを検出できるので、本発明の位置センサは、モードを表わす走行経路上の一定距離よりも大きな分解能を有する位置センサよりも廉価である。

要素が走行経路に沿ってかつ複数のサンプルに応答して移動する間に複数回にわたって周期的に出力信号をサンプリングし、故障モードが発生しているかどうかを示す信号を生成するプロセッサが、位置トランスジューサからの出力信号に結合される。この周期的なサンプルのサンプリング率は、アクチュエータが各連続サンプル時間の間に走行した距離に位置分解能誤りを掛けた値が、モードを表わす一定距離よりも小さくなるように選択される。アクチュエータの変位が総走行経路長のわずかな部分（たとえば、1%未満）に過ぎず、したがって、アクチュエータ/位置トランスジューサの配置による変動がほとんどなくなるために各連続サンプルの間の分解能が極めて線形の出力を生成するほど高いサンプリング率が選択される。翼フラップの位置決めに関連して使用される本発明の好ましい実施形態では、アクチュエータが各サンプル時間の間に走行した距離に位置分解能誤りを掛けた値は、一定距離の1%未満、好ましくは一定距離の0.002%未満である。

本発明によれば、いくつかの異なるプロセッサ動作を実行することができる。プロセッサは、各サンプルの大きさを他の信号と比較し、モードが生じたかどうかを示す信号を生成することができる。他の信号は、同じ位置トランスジューサからの前のサンプルの大きさでよく、比較は、各サンプルと前のサンプルとの間

の差信号の計算でよく、算出された差がしきい値を超えると、モードが生じたことが示される。このしきい値は変数でよく、要素に対する位置トランスジューサの位置および伸長の関数でよい。

位置トランスジューサの出力をフィルタリングして、モードを表わさない周波数スペクトルを有する信号成分を除去するために帯域フィルタが使用される。帯域としては、可能なモードのみを表わす位置トランスジューサの出力信号の変動を通過させ、他の信号周波数スペクトルを帯域フィルタによって大幅に減衰させるような帯域が選択される。これは、除去される周波数スペクトルが非モード・イベントを表わすからである。帯域フィルタはデジタル実施態様でよく、マイクロプロセッサによって実装することができる。

本発明による作動システムはさらに、構造と、構造に対して移動される要素とに取り付けられた他のアクチュエータを含む。このアクチュエータも、構造に対する走行限界同士の間、の走行経路に沿って要素を移動させ、また、走行限界同士の間、の走行経路に沿って要素が移動する間の走行経路上の基準位置に対するモードを表わす一定距離よりも長い距離にわたって他のアクチュエータが移動するモードを有する。この位置トランスジューサは、走行経路に沿った要素の位置を表わす出力信号を生成するために構造および要素に結合される。この位置トランスジューサは、モードを表わす一定距離よりも大きな、走行経路に沿った分解能誤りも有する。この信号は、この位置トランスジューサからのサンプルの大きさでよく、比較は、位置トランスジューサからの各同時サンプルの間の差信号を算出することを含む。この差信号は、いずれのアクチュエータのモードも表わさない周波数スペクトルを除去するようにフィルタリングされる帯域でよい。算出された差信号がしきい値を超えると、モードが生じたことが示される。このしきい値は、可変であり、要素に対する位置トランスジューサの位置および伸長の関数である。この帯域フィルタは、モードのみを表わす差信号の変動を通過させるために選択された帯域を有する。プロセッサが、モードが生じたことを示す信号を生成できるのは、しきい値を超える複数の連続算出差信号が算出された後だけである。

単一のアクチュエータを使用する場合、位置トランスジューサの各連続サン

ルは、基準パラメータ、好ましくは、算出中の各減サンプルの間の差を含む前のサンプルと比較される。各連続サンプルの間の差がしきい値を超えると、モードが生じたことが示される。アクチュエータが延ばされ引込まれるときのアクチュエータ／位置トランスジューサ伸長位置の変化を補償するように、走行経路に沿った変位の回数をこのしきい値を変更することができる。

並列アクチュエータを使用して単一の要素を移動させる際、要素を移動させる各アクチュエータに結合された位置トランスジューサによって検知された並列アクチュエータの相対位置の間の差信号であり、しきい値よりも大きな差信号が算出されたときには、モードが生じている。

本発明を使用して、翼フラップに動力を加えるアクチュエータに回転力を加える各翼ごとの駆動線の完全性および動作状況を検査することができる。本出願では、位置トランスジューサは好ましくは、LVDTであり、前述のように、各翼上の最も外側のLVDTが、サンプリングされた出力信号を生成する。この実施態様は、構造と、要素を駆動するキャリッジとの間に結合されるか、あるいはキャリッジとの接続なしに要素に直接結合されたアクチュエータまたは位置トランスジューサと共に外側位置トランスジューサを使用することができる。外側LVDTによって生成された各サンプルの間の差が算出される。この差がしきい値を超えた場合、駆動線の完全性の喪失、または1本の駆動線の故障が示される。しきい値を超える複数の連続計算を使用して、真の故障を示し、かつ過渡応答を示さないことができる。本発明の作動システムに関する本出願の利益は、外側LVDTが、駆動線の完全性および動作状況を検出する機能と、前述の機能との2つの機能を実行することである。RVDTなど単一目的の専用センサを使用する必要はなくなる。

飛行中および飛行後のアクチュエータ位置の履歴データを分析のために記憶することができる。記憶されたデータを使用して、アクチュエータおよびその他の翼構成要素の疲労および故障がどこで起こったかと、翼同士の間非対称性がどこに存在するかを調べることができる。翼上の対応する翼フラップにそれぞれ結合された2対のアクチュエータの位置サンプルを用いて非対称性が検出される。対応する翼フラップを操作する両方の翼上のアクチュエータ対に結合された各位

位置検出器の間の差同士の差の計算を使用して、重大な飛行条件を示す翼パネルの前述の非対称性を示すことができる。

アクチュエータ、すなわち翼パネルなどの可動要素に結合された位置トランスジューサによって生成される位置信号の増分監視を使用すると實際上、ヌル位置が、すでに検出された位置にリセットされる。このため、各連続サンプルの間で各アクチュエータのストロークのわずかな部分しか検知されないで、全体的な誤り率がより高いLVDTなどより廉価な位置トランスジューサを使用することができる。各サンプルの間の増分を高速にクロックし、ヌルをリセットすることによって、温度、速度、ならびにアクチュエータの故障および検出に関連のない他の因子によってもたらされる可能な外来信号が連続的に除去される。

図面の簡単な説明

第1A図および第1B図は、本発明による航空機フラップ・アクチュエータの概略図である。

第2図は、第1A図および第1B図のコントローラの第1の実施形態の部分概略図である。

第3図は、第1図のコントローラの他の実施形態の部分概略図である。

第4図は、通常の動作に関する変位とアクチュエータの故障モード中の変位の関数としてのLVDT出力を示す図である。

第5図は、分析すべき種類のアクチュエータ移動量と、位置トランスジューサのサンプルからの出力信号の分析で排除すべき種類のアクチュエータ移動量を示す図である。

第6図は、コントローラによって補償すべき誤りを導入する可変速度での伸長時の、位置トランスジューサのアクチュエータに対する非並列配置の効果を示す図である。

第7図は、本発明による、故障モードを示さない望ましくない周波数成分を減衰させるために使用される帯域フィルタの所望の帯域性能の周波数ドメインのグラフである。

第8図は、帯域フィルタの時間の関数としての故障しきい値に対する故障振幅

の割合のグラフである。

発明を実施するための最良の形態

第1A図および第1B図は、航空機内の本発明によるアクチュエータ・システムの好ましい実施形態を概念的に示す。しかし、作動システムによって移動される要素の位置を区別する際に高い位置精度を得ることが望ましい作動システムの多様な応用例で、高い位置分解能を有する位置トランスジューサを得るのに必要な高い経費なしに本発明を使用できることを理解されたい。これらの構成要素は、一定の比率で描かれているわけではなく、理解を容易にするために簡略化されている。好ましい市販の実施形態はたとえば、Mitsubishi Heavy Industries for the Canadair Global Express Aircraftから供給されているトラック付きフラップ・アクチュエータ・システムを使用する。

第1A図および第1B図に示したように、それぞれ、左（左舷）翼11および右（右舷）翼12を有する航空機10が設けられる。各翼は、翼11上に複数のフラップ20、21、22を含み、翼12上に複数のフラップ23、24、25を含む。駆動ユニット14は、翼11のセグメント15a、15b、15c、15dと翼12のセグメント16a、16b、16c、16dで構成された出力駆動線を有する。各セグメントは、翼11の複数のアクチュエータ30、40、50、60および翼12の複数のアクチュエータ70、80、90、100のそれぞれに回転力を結合する。以下で詳しく説明するように、それぞれ翼11および12の一方の外側LVD T 34および104によって生成された出力信号をサンプリングし、その差をしきい値と比較することによって、各翼の駆動線の完全性および動作状況を得ることができる。LVD T 34および104は好ましくは、後述のように作動システムの一部として働き、かつ駆動線の完全性および動作状況を監視するという2つの用途を有する。しかし、外側LVD Tは、翼およびキャリッジ31または101あるいはフラップ20または25に各LVD Tが結合された作動システムに結合せずに使用することができる。LVD T 34および104からの対応する各サンプルの間の大きな差は、駆動線の故障または動作状況の問題を示す。各フラップは2つのフラップ・アクチュエータに接続され、1つの

アクチュエータがフラップの各側にある。制御装置13はアクチュエータの作動を制御してフラップを制御する。別法として、単一のアクチュエータを2つのフラップの間に取り付け、キャリッジ/トラック機構を介して両方のフラップに接続することができる。アクチュエータ30および40はフラップ20を駆動するためにキャリッジ31および41に接続され、アクチュエータ40および50はフラップ21を駆動するためにキャリッジ41および51に接続され、アクチュエータ50および60はキャリッジ51に接続され、かつフラップ22に直接接続され、アクチュエータ70および80はフラップ23およびキャリッジ81に直接接続され、アクチュエータ80および90はフラップ24を駆動するためにキャリッジ81および91に接続され、アクチュエータ90および100はフラップ25を駆動するためにキャリッジ91および101に接続される。各フラップ・アクチュエータは良く知られており、いくつかの従来型の構成要素を含む。しかし、理解を容易にするために、本明細書では、各アクチュエータのキャリッジおよびトラックのみを別々に指定している。

アクチュエータ30は可動キャリッジ31に取り付けられ、可動キャリッジ31は通常、フラップ20に固定され、それぞれ、フラップ20の完全に引き込まれた位置と完全に延ばされた位置に対応する、完全に引き込まれた位置Aと完全に延ばされた位置Bとの間でトラック32に沿って移動する。アクチュエータ40ないし100は同様にトラック42、52、62、72、82、92、102に結合される。LVDT34、44、54、84、94、104はそれぞれ、キャリッジ31、41、51、81、91、101を介し、フラップをキャリッジに接続するユニボールおよびリンク38を通して各アクチュエータに接続される。各フラップは、合計で7つの拘束部で4つの点を介して隣接するキャリッジに接続することができる。各LVDTはまた、好ましくは構造Cを介して翼に固定される。各トラックおよびアクチュエータも構造Cに対して固定する必要がある。

本発明の各LVDTはたとえば、そのストロークにわたって±0.5%ないし1.0%の誤りを有することができ、結合されたアクチュエータとの相互接続リネージュなしで10インチないし15インチのストローク長を有することができ

る。前述のように、走行限界Aと走行限界Bとの間の走行経路を完了するのに必

要な時間中にある率で頻繁にLVD T出力をサンプリングすると、アクチュエータによって移動される要素の走行経路の長さに対するわずかな変位を表わす順次測定値が生成される。故障モードを表わす基準位置に対するアクチュエータの一定変位（たとえば、0.03インチ）と比べて距離に関する位置解像度の可能な誤りは極めて小さく、たとえば、一定変位の1%未満であり、好ましくは0.005%未満である。1つのそのような適切なLVD TはKAVLIO Corporationの部品番号GM9547（5910440）である。各ストローク・アームの移動距離を示す出力信号は信号線110を介して分析センターまたはコントローラ200に与えられる。

セグメント15a、15b、15c、15d、16a、16b、16c、16dで構成された駆動線の駆動線状況を判定する間、マイクロプロセッサ・コントローラ200は外側LVD T34および104からの出力信号を周期的にサンプリングし、各LVD Tからの同時サンプルの間の差をしきい値と比較する。しきい値を超えた場合、誤動作や故障などの駆動線モードが示される。出力信号のマイクロプロセッサのサンプリング率は、外側フラップが各連続サンプルの間に走行した距離と位置分解能誤りの関数として選択され、したがって、各サンプルの間のLVD Tの位置分解能誤りと比べて十分な分解能が与えられ、駆動線の状況が確実に示される。サンプリング率は、アクチュエータと共に使用されるLVD Tと同じ率を選択することができる。

コントローラ200は、第2図に示したように、好ましくは、（1）結合されたLVD Tの出力信号の関数として各アクチュエータの履歴位置を記録し、（2）移動信号の関数として現在のアクチュエータ位置と直前の位置を判定し、（3）並列アクチュエータの位置変化を比較し、（4）アクチュエータの動きが必要なパラメータを満たさない場合に故障信号を与える構造を含む。様々な従来型のマイクロプロセッサをこれらの機能に使用することができる。たとえば、走行経路にわたるすべてのサンプル値と履歴データを記憶する記憶容量の大きな比較レジスタ210を各LVD Tに結合することができる。現在位置と直前の位置との

差を調べるために各LVDTおよびレジスタ210に比較器220が接続され、それぞれの現在位置との差を調べて隣接する各LVDTの間のゲインに対処するた

めに、隣接する各LVDTの間に比較器230が接続される。受け入れられる所定の基準パラメータの範囲外の条件が比較器の検査によって示された場合に出力故障信号を与えるために比較器230に故障信号インジケータ240が接続される。そのような出力故障信号を受け取ったとき、運航乗組員たとえば、ブロック250で識別されたフラップ・ブレーキを使用することができる。

動作時に、各LVDTは、第2図の上部に示された特性を有するLVDTストローク・アーム位置に対応する出力電圧を生成する。第2図の上部では、高サンプル率で生成されるわずかな変位同士の間に非常に線形の応答が生成される。コントローラ200は、アクチュエータ移動期間の一部である期間にわたってストローク・アームのわずかな増分運動を調べる。好ましい実施形態では、この場合にマイクロプロセッサを使用することができ、クロッキングの時間増分は10ミリ秒程度でよい。通常、この期間中のストローク・アーム走行距離は、適切に働くアクチュエータの場合には0.010インチ程度である。この走行量に対して比較的高い分解能誤りを有する例示的な低コストのLVDTに関連する誤りは±0.00005インチである。したがって、位置誤りが基準値の1%未満であり、好ましくは、その0.005%未満であるので、誤動作や故障などのアクチュエータ動作状況を示す、所与の航空機用の所定の故障モードなどのモードを表わす0.030刻みまたは基準値を、高い誤りマージンで容易に検出することができる。

各比較器220は、このような各検査時のストローク・アーム位置を一定の初期スル位置とするのではなく、好ましくはこの新しい位置を直前の測定位置と比較する。したがって、各サンプルの間の位置誤りは±0.00005インチのままである。実際には、比較されるスル位置は、あらゆる増分検査と共に前の位置にリセットされる。コントローラ200はまた、各レジスタ210を通して、順次、たとえば最新の10回の増分を介して測定された複数の位置を記憶し、より

広い時間範囲にわたって故障モードまたは劣化が起こったかどうかを判定する。連続的に算出された複数の差を調べ、予期される過渡振動よりもかなり長い期間にわたってしきい値一定距離または基準値を超えたかどうかを判定することによって、実際には過渡非故障条件によって生成された、故障条件が生じたことを示す信号をマイクロプロセッサが発行することが防止される。

故障などのモードを示す所定の基準値（この場合は、0.03インチ）と連続アクチュエータ位置を比較するだけでなく、隣接する各アクチュエータおよび／または完全なアクチュエータ・システムの移動量を調べることによってコントローラ200は比較器230を通してモードを検証することができる。たとえば、第3図に示したように、1つのアクチュエータが故障した場合、通常、同じフラップに接続された隣接する各アクチュエータに追加の荷重および弾性応力がかかる。したがって、1つのアクチュエータの故障の表示は、同じ時間増分中の隣接する各アクチュエータの移動量のわずかな増加を検出することによって検証することができる。このわずかな増加は通常、実際に故障しているが、依然として本発明のLVDTに関する誤りの範囲内で検出することのできるアクチュエータの故障を表わす所定の設定距離よりも小さい。

同様に、各比較器230は、フラップ・システム内の各アクチュエータの位置の増分変化を比較し、各アクチュエータが翼内または2つの翼の間で同期的に動くことを検証することができる。それぞれの異なる翼内で同じ翼パネルを移動させるアクチュエータ対の位置同士を相互比較すると、場合によっては重大な飛行条件である非対称性条件を判定することができる。

さらに、本発明は有利には、初期設置時の命令された所与のフラップ位置に対する各アクチュエータの損削位置を記憶する各レジスタ210の永久履歴部分を含むことができる。後でそのような命令された位置について現在のアクチュエータ位置と比較すると、長時間にわたる磨耗およびドリフトがわかる。この情報を使用して、たとえば定期保守および／または故障前検査をトリガすることができる。同様に、飛行サイクル全体にわたってすべてのアクチュエータの移動の記録を連続的に保持するように各レジスタ210を拡大する（あるいは周期的にデー

タ記憶ユニットにアンロードする)ことができる。そのような情報は、様々な荷重条件の下での真応力および振れを実際に測定する際に有用である。

故障検出のためのスル位置が自動的にリセットされるので、検出システムを最初に航空機に設置する際に厳密にスル掘削を行う必要がなくなる。その代わり、設置時と第1の飛行時に隙間が設定され、レジスタ210の永久履歴部分が充填される。

第3図は、第1図のコントローラ200によって実行される処理の第2の実施形態を示す。第3図は、プロセスが適切なマイクロプロセッサにプログラムされる処理をフローチャートで示す。第3図の実施形態は、第1A図および第1B図の真パネル20ないし25を駆動するアクチュエータ対に結合されたLVDT(位置トランスジューサ)対の位置計算を実行するためのアルゴリズムを計算面で簡略化する。第3図のプロセスは、不当な複雑さを加えずに外乱および配置変動に耐えられるようにする予測さも付加する。さらに、第3図のプロセスによって、設計は、以下で第4図ないし第8図に関連して説明するように1組の基本的な設計基準を確実に簡単な方法で追跡することができる。

第3図に示した処理は、第2図のコントローラ200などマイクロプロセッサ・ベースのコントローラに実装されるが、コントローラ200に限らない。結合されたアクチュエータ30、40、50、60、70、80、90、100が移動したときに、移動中の要素20、21、22、23、24、25が第1A図ないし第1B図の走行限界Aと走行限界Bとの間の走行経路のわずかな部分しか移動しないように、ある期間にわたる連続出力をサンプリングすることにより、第3図のアルゴリズムは、前述のようにLVDT位置トランスジューサ34、44、54、64、74、84、94、104の各連続出力の位置を算出する。アクチュエータの故障の検出は、前述のように、増分と同時に起こる隣接するアクチュエータの移動量のわずかな増加を観測することによって判定される。このわずかな増加は、パネル20の位置を検知するLVDT34とLVDT44など、単一のパネルの位置を検出するように対にされたLVDTの出力信号同士を互いに減じることによって算出される。

第3図で、隣接する位置トランスジューサ対LVD T 1、LVD T 2、LVD T 3、LVD T 4の出力はそれぞれ、第1A図のLVD T位置トランスジューサ34、44、54、64または第1B図の74、84、94、104に対応する。各LVD Tの出力は、前述のように、10ミリ秒おきなどのサンプリング間隔でサンプリングされるが、このサンプリング間隔に限らない。個々のLVD T出力のサンプリングは、前述のように、マイクロプロセッサの制御の下で実行される。

処理は、出力対LVD T 1、LVD T 2、LVD T 3、LVD T 4を互いに減じることによって進行し、それぞれの出力信号 X_1 および X_2 が生成される。出力信号 X_1 および X_2 は、前述の帯域に従ってマイクロプロセッサ内でデジタル的に実行される帯域フィルタリングを受ける。それぞれの帯域フィルタ Y_1 および Y_2 の出力はそれぞれ、しきい値Tと比較される。比較では、出力 Y_1 および Y_2 の絶対値がしきい値Tと比較され、絶対値がTよりも大きいかどうかが判定される。値Tは、しきい値生成装置からの入力であり、アクチュエータに対するLVD Tの配置を補償するフラップ位置の関数として変化し、そのため、アクチュエータが延ばされ引込まれるにつれてLVD Tの伸長率は徐々に変化する。この誤りは正常であり、しきい値生成装置の変更によって対処される。しきい値生成装置によって生成される関数は、翼フラップなど（翼フラップには限らない）、本発明による作動システムによって制御されている特定のシステムの配置に従って一意にモデル化される。出力 Y_1 および Y_2 の絶対値としきい値Tとの比較の結果が「yes」である場合、これらの出力は時間フィルタに加えられる。時間フィルタは、しきい値Tを超える複数の連続算出差信号が算出された後に故障などのモードが生じたかどうかを判定するためにマイクロプロセッサ・コントローラに実装される。時間フィルタからの出力にSKEW FAULTを示させるサンプルの数は設計基準であり、特定のシステムの動力学的特性および必要な監視の程度に応じて変更することができる。

第2図の処理と比べて、第3図の処理の利益は、故障またはその他の条件の出力を生成するのに必要な計算の数が減少することである。上記で第2図に関して

説明した各LVD Tの出力の各連続サンプルの間の連続計算ではなく、フラップ・パネルを横切るLVD Tの差のみが算出される。第3図の計算アルゴリズムは、各パネルを制御するLVD Tに対して等しい割合でフラップ・パネル上で起こる荷重外乱に対して頑丈である。前述のように、フラップ、アクチュエータ、またはLVD Tの配置に対処するためにフラップ位置またはその他の関係の間数として階段値を有するいくつかの故障しきい値のスケジュールを用いて、振れがフラップの格納位置の近くで大きくなり、走行の終了位置の近くで小さくなる傾向があることに対処するためにしきい値Tが与えられている。フラップ位置を判定する精度はこの場合は重大ではない。前述のように、時間フィルタから複数の

好ましくない比較が得られた場合、コントローラによってSKEW FAULTが生成される。

第4図は、LVD Tからの正常条件出力および故障条件出力を示す。第4A図に示したように、通常の操作の下では、アクチュエータの動作が正しいときにはLVD T出力は線形変位関数である。第4B図に示したように、LVD T出力は非線形的に増加し、参照符号80で識別したように故障モードまたはその他のモードが生じる時間間隔中には変化率が増加する。

第5図は、しきい値、すなわち、故障モードを表わすアクチュエータの設定移動距離の割合とストロークの割合とのグラフである。ストロークは、アクチュエータによって上記の点Aと点Bとの間など走行限界同士の間を要素が移動される総走行経路である。階段関数Aは、真の故障モードまたはその他のモードを表わさないためにシステムの帯域フィルタが除去しなければならない外乱である。一方、特性Bは、図のように、各サンプルの間のストロークの約1%にわたる、故障を表わすモードを表わす。

第6図は、異なるパネルの互いに隣接する側面上のLVD Tの出力誤りとストロークの割合を示す。第1A図および第1B図の対34および44、対54および64、対74および84、対94および104などのLVD T対を非並列配置した場合、それぞれの異なるLVD Tからの出力は、それぞれ、曲線CおよびDで表わされるように可変速度で延びる。曲線CおよびDで表わした徐々に変化する誤

り率は、コントローラ200によって対処されなければならないが、履歴データを記憶することを必要としないものであることが好ましい。

第7図は、dB対秒当たりラジアン(10g-10gスケール上の周波数ドメインへの変換を示す。この場合、Aは第5図の階段関数Aで生成される応答を表わし、Bは第5図の特性Bで生成される応答を表わす。曲線Eは、帯域フィルタリングの所望の結果を表わす。

第8図は、故障モードまたはその他のモードを表わす設定移動距離の0.4に設定される第3図のフィルタの出力のしきい値Tを示す故障振幅対秒数の割合のグラフを示す。曲線Aは第5図の階段関数Aに対する応答を表わし、曲線Bは第5図の特性Bに対する応答を表わし、曲線Fは故障モードまたはその他のモード

を表わす条件を表わさないのでシステムが除去しなければならない応答特性を表わす。

第4図ないし第8図の前述の関係に基づいて適切な帯域特性を選択すると、帯域フィルタは、特性Bを通過させるが、非故障モード条件からの他の入力除去し、それにより、非故障条件を表わす条件ではなく真の故障を表わす条件についてシステムの動力学特性が適切に試験される適切な種類の環境でのみ、故障振幅の0.4%で表わされる第3図のしきい値との比較が実行される。

マイクロプロセッサを有するトランスジューサは、トランスジューサの特性が現在の参照および履歴参照のために取りこまれるときに商業的に幅広く使用される。LVDTなどのトランスジューサは、大きな非線形の出力電圧対LVDT間ストローク変動を有することができる。同時に、特定のLVDTは、出力電圧対ストロークを非常に高度の再現性で表示する。LVDTの出力電圧対ストロークをマイクロプロセッサメモリに較正補正值として取り込むと、LVDTの全ストロークにわたる正確な線形性が確保される。その後で、たとえばメンテナンスによってLVDT特性を取りこみ、前に取り込んだ履歴特性と比較してシステムの劣化またはドリフトを判定することができる。

本発明を好ましい実施形態に関して説明したが、本発明の趣旨および範囲から逸脱せずに多数の修正を加えられることを理解されたい。すべてのこのような修

正は、添付の請求の範囲内である。

【図1A】

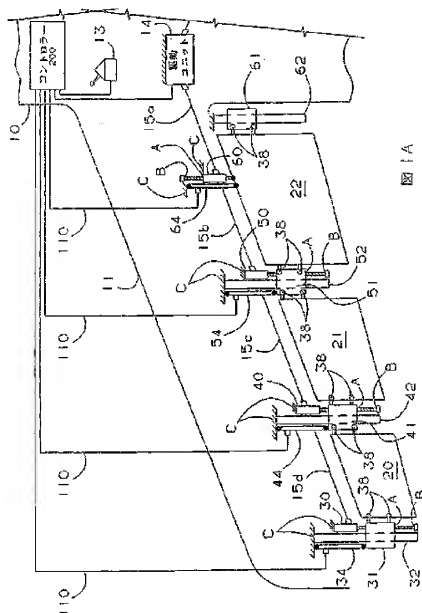


図1A

【図2】

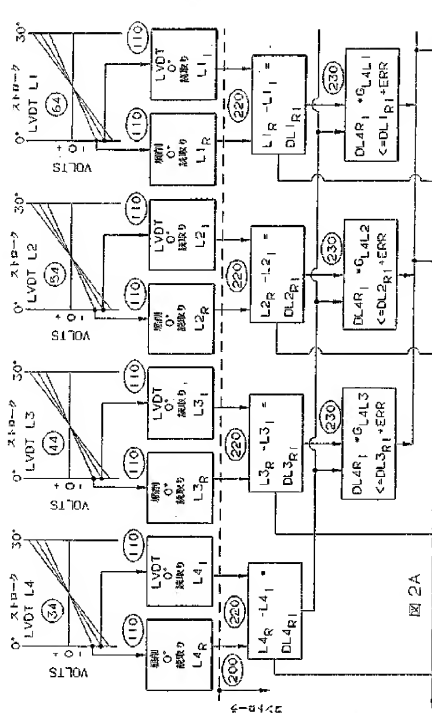


図 2A

【図3】

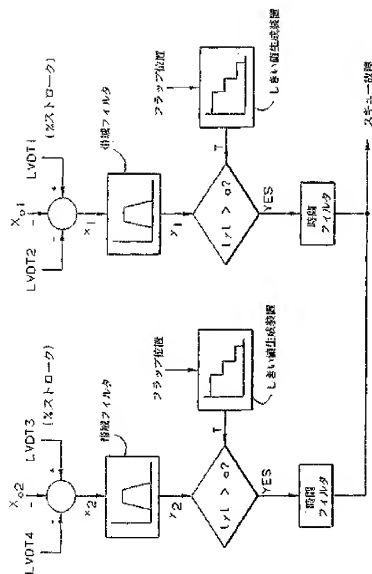


図3

【図4】

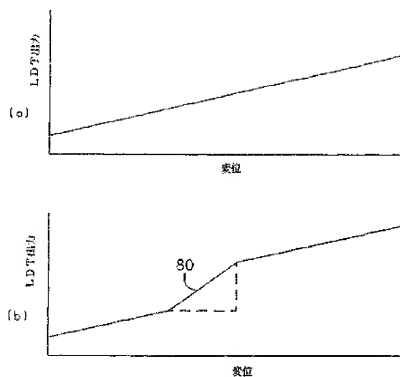


図 4

【図5】

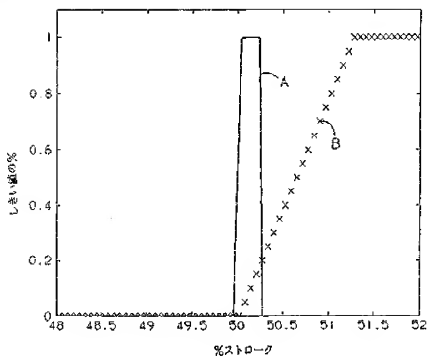


図5

【図6】

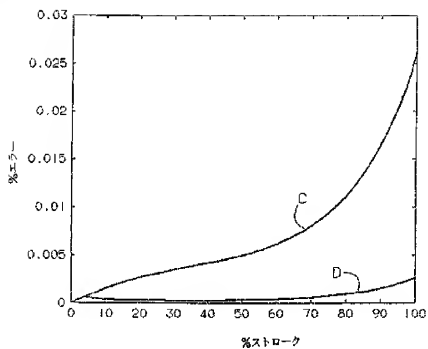


図6

【図7】

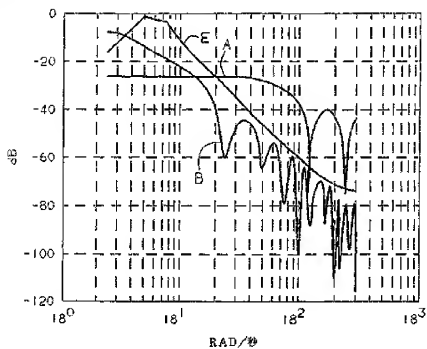


図 7

【図8】

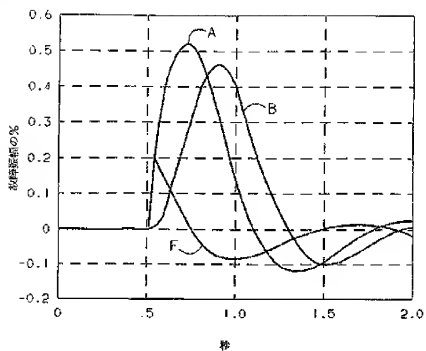


図8

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 97/0410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: B64C 13/00 // G05D 1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Maximum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: A64C

Documentation searched other than maximum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base used, where practicable, search terms used)

WPIL, EDOC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0288034 A2 (THE BOEING COMPANY), 26 October 1988 (26.10.88) --	1-30
A	US 4841209 A (POLAKAKIS), 20 June 1989 (20.06.89) --	1-30
A	US 4612844 A (BYFORD), 23 Sept 1986 (23.09.86) -- -----	1-30

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

* "A" documents: citations for present state of the art which is an antecedent to be of particular relevance

* "B" other documents not published on or after the international filing date

* "L" documents: those that show results on priority claims or which are cited to establish the prior art of another claim or other special cases (see 1006-4)

* "O" documents: references to an oral disclosure, use, exhibition or other means

* "P" documents: published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

* "T" later documents published after the international filing date or priority date and are cited to show the applicant's own work or to understand the principle or theory underlying the invention

* "X" documents of particular relevance: the claimed invention cannot be distinguished using or cannot be considered as novel in an obvious way when the document is taken alone

* "Y" documents of particular relevance: the claimed invention cannot be considered as novel or inventive when the document is considered with one or more other cited documents. Their relevance being relative to a person skilled in the art

* "Z" document number of the main patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

26 Sept. 1997

11.11.97

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.O. Box 1818, Patentstr. 2
CH-2250 HSY Rijkswijk
Tel. +41 (0) 22 369 1111, Telex +41 551 900 00
Fax: +41 (0) 22 369 1111

Authorized officer
Jürgen Winteler

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 information on patent family members

 Internat. appl. no.
 PCT/US 97/10410

Patent documents (cited in search report)	Publication date	Patent family members	Publication date
EP 0289034 A2	26/10/88	JP 1060497 A US 4887516 A	07/03/89 23/02/89
US 4841209 A	20/06/89	NONE	
US 4612844 A	23/09/86	DE 3586989 A EP 0190467 A,B	25/02/93 13/08/86

【要約の続き】

リング率として、アクチュエータが各連続サンプルの間
に走行した距離に位置分解能エラーを掛けた値が一定距
離よりも小さくなる率が選択される。